

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-75135

(P2003-75135A)

(43) 公開日 平成15年3月12日 (2003.3.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/28	B 2 F 0 6 5
A 6 1 B 5/117		G 0 6 T 1/00	4 0 0 G 4 C 0 3 8
G 0 1 B 11/28		G 0 1 B 11/24	F 5 B 0 4 7
G 0 6 T 1/00	4 0 0	A 6 1 B 5/10	3 2 2

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-264604(P2001-264604)

(22) 出願日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藤枝 一郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

Fターム (参考) 2F065 AA51 AA59 BB05 CC16 FF01

GG07 GG12 HH03 JJ03 JJ26

LL12 QQ04 QQ31

4C038 FF01 FF05 FG00 FG01

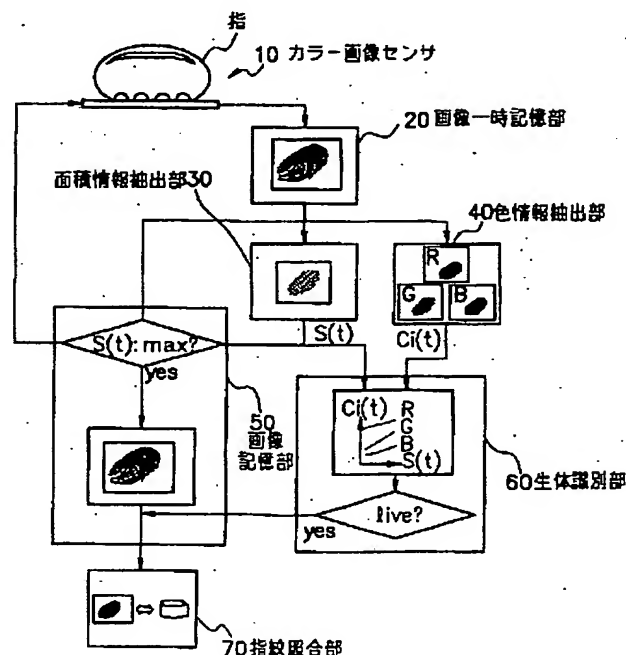
5B047 AA25

(54) 【発明の名称】 指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性が高い生体識別機能を内蔵し携帯機器へ搭載できる程度に十分な小型の指紋画像入力装置を得る。

【解決手段】 検査面に指を押し付けて複数の指紋画像を連続して入力するカラー画像センサ10と、複数の指紋画像の入力と同期して指の色を検出する色情報抽出部40と、複数の指紋画像を入力する時に指からカラー画像センサ10に加わる力を反映した物理量、特に検査面に接触する指の面積に関連した量を検出する面積情報抽出部30と、物理量と指の色との間の相関関係を解析することにより指が生体か否かを判定する生体識別部60とを有する。本構成では、例えば色の変化量の絶対値が小さくても、指紋の面積のような指の押圧力を反映した情報との間に十分な相関が認められれば生体と識別することが可能となる。また、指紋入力部の厚さは、平面状光源とカラー画像センサの厚さの和で決まり、約1～2 mm程度の厚さになる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検査面に指を押し付けて複数の指紋画像を連続して入力する画像入力手段と、
前記複数の指紋画像の入力と同期して前記指の色を検出する色検出手段と、

前記複数の指紋画像を入力する時に前記指から前記画像入力手段に加わる力を反映した物理量を検出する押圧力検出手段と、

を有し前記物理量と前記指の色との間の相関関係を解析することにより前記指が生体か否かを判定することを特徴とする指紋画像入力装置。

【請求項 2】 前記色検出手段が、前記複数の指紋画像において中央部の特定の領域における色の平均値を計算する回路を含む、ことを特徴とする請求項 1 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 3】 前記押圧力検出手段は、前記指紋画像を処理する回路を含み、前記物理量は前記検査面に接触する前記指の面積に関連した量であることを特徴とする請求項 1 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 4】 前記押圧力検出手段は、前記画像入力手段の背面または周辺部に配置された圧力センサであることを特徴とする請求項 1 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 5】 前記画像入力手段は、透明基板上に形成された静電容量検出または圧力検出原理に基づく指紋画像センサであり、前記指紋画像センサの背面に光源とカラーセンサを配置することを特徴とする請求項 1 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 6】 前記画像入力手段は、前記指が接触する面を備えるプリズムと、前記プリズムへ光を入射して前記指を斜めから照明する光源と、前記指が接触する面からの光を画像センサに結像する光学系とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 7】 画像入力面に指を密着させて該指の指紋の画像データを取得するカラー画像センサと、
前記指紋の画像データを記憶する画像一時記憶部と、
前記指紋の画像データから該指紋の面積情報を抽出する面積情報抽出部と、

前記指紋の色情報を抽出する色情報抽出部と、
前記指紋の面積情報と色情報との相関関係を評価して、所定の各色について計算された面積との相関係数と予め定められた閾値に応じて、前記指が生体か否かの識別を行う生体識別部と、
を有して構成されたことを特徴とする指紋画像入力装置。

【請求項 8】 前記面積情報抽出部は、前記指紋の画像データから該指紋の隆線と谷線とを抽出する演算、および、前記隆線と谷線が存在する領域の面積を求める演算により、前記指紋の面積情報の抽出を行うことを特徴とする請求項 7 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 9】 前記色情報抽出部は、前記指紋の特定部

位、例えば該指紋の中心部の領域を選択する演算、および、前記領域において赤色、緑色、青色（R、G、B）の各色の平均値を求める演算を行うことを特徴とする請求項 7 または 8 記載の指紋画像入力装置。

【請求項 10】 画像入力面に指を密着させて該指の指紋の画像データを取得する指紋カラー画像データ取得工程と、

前記指紋の画像データを記憶する画像一時記憶工程と、
前記指紋の画像データから該指紋の面積情報を抽出する面積情報抽出工程と、

前記指紋の色情報を抽出する色情報抽出工程と、
前記指紋の面積情報と色情報との相関関係を評価して、所定の各色について計算された面積との相関係数と予め定められた閾値に応じて、前記指が生体か否かの識別を行う生体識別工程と、

を有して構成されたことを特徴とする指紋画像による生体識別方法。

【請求項 11】 前記面積情報抽出工程は、前記指紋の画像データから該指紋の隆線と谷線とを抽出する演算、および、前記隆線と谷線が存在する領域の面積を求める演算により前記指紋の面積情報の抽出を行うことを特徴とする請求項 10 記載の指紋画像による生体識別方法。

【請求項 12】 前記色情報抽出工程は、前記指紋の特定部位、例えば該指紋の中心部の領域を選択する演算、および、前記領域において赤色、緑色、青色（R、G、B）の各色の平均値を求める演算を行うことを特徴とする請求項 10 または 11 記載の指紋画像による生体識別方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法に関し、特に、指に加える圧力に応じて指の色が変化することを利用して読み取り対象の指が生体のものか否かを識別する、生体識別機能を備えた指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法は、例えば、生体にも死体にも適用され用いられる。この適用において、指が生体であるか否かを判別することにより、指の模造品（レプリカ）による個人照合を阻む機能を生じさせ、情報システムのセキュリティを確保する手段として大きな期待が寄せられている。

【0003】 本発明と技術分野の類似する先願発明例 1 として、生体識別機能を持つ特許 2708051 号（特開平 3-087981 号公報）の「指紋画像入力装置」がある。本従来例 1 としての特許 2708051 号に開示されている装置の主要な構成要素を、図 14 に示す。この指紋画像入力装置は、光源 101、透明体 102、鏡

102a、レンズ103、絞り103a、カラーCCD104、指紋画像入力処理部105、画像取り込み回路105a、指紋照合回路105b、生体識別部106、色ずれ補正回路106a、色識別回路106b、R・G・B分離回路107、とで構成される。

【0004】次に、図14を参照しながら動作を説明する。光源101から発せられた光は、透明体102を透過して指を照明する。指で散乱された光の一部は、図14の矢印で示した方向へ伝播し、鏡102aで反射され、絞り103aに至る。絞り103aを通過した光は、レンズ103によりカラーCCD104に結像される。カラーCCD104の出力信号はR・G・B分離回路107により3色の画像情報に分離され、生体識別部106に入力される。生体識別部106においては、指の押圧力の増加による色の変化を検出し、指が生体のものであるか否かを識別する。

【0005】具体的には、指が検査面に接触した瞬間の分光反射特性と、指が検査面に押圧された時の分光反射特性との違いを利用する。すなわち、人の指の分光反射率は、特に、波長450～600nmの範囲において押圧時と無圧時との差が大きくなる。したがって、指が検査面に接触した瞬間の指紋画像は赤味を帯びており、検査面に対して指の押圧力が大きい場合の指紋画像は、白っぽい色になる。色ずれ補正回路106aと色識別回路106bにおいては、このような押圧力の異なる2つの指紋画像における色の変化を検出し、指が生体か否かを識別するとしている。生体と識別された場合には、指紋画像入力処理部105の指紋照合回路105bにおいて、予め登録された指紋と照合する。

【0006】先願発明例2の特許第2774313号(特開平2-307176号公報)の「生体識別装置」は、透明体上に指を押し付けた際の押圧力により指表面の色が変化するのを利用し、光源から透明体を介して指に光を照射し反射させ、反射された光の反射率変化に基づいて指が生体であるか否かを識別する生体識別機能を備えた生体識別装置である。本識別装置において、押し付けられる上面側とは反対側の透明体下面上方に光源、受光素子、結像素子および波長選択素子を配置し、透明体下面下方に導光手段および光偏向手段を配置することにより、装置の薄型化を実現している。

【0007】先願発明例3の特開2000-20684号公報の「指紋像入力装置」は、生体識別用光源で検査面に接触された指にプローブ光と参照光とを照射し、透過光で検出手段でプローブ光が指の内部を透過した透過プローブ光の光強度に応じた電気信号と、参照光が指の内部を透過した透過参照光の光強度に応じた電気信号とを出力し、生体識別手段で透過光検出手段から出力された両電気信号に応じた透過プローブ光の光強度と透過参照光の光強度とから、検査面に接触された指が生体であるか否かを識別している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の指紋画像入力装置には、以下に述べる課題がある。第1に、生体識別の信頼性が低いという課題がある。すなわち、従来の装置では、押圧力の弱い時と強い時に得られる2つの指紋画像の色を元にして、その指が生体であるか否かを識別する。識別のためには何らかの判断基準が必要である。前述の特許公報にはこの判断基準については具体的には何も示されていないが、一般には、色の変化量に閾値を定めて、それよりも大きな色変化を検出した時に生体と判断するものと考えられる。

【0009】しかし、周囲の温度が低い場合、指は、はじめから白っぽいので、押圧力を増しても色の変化量は小さい。あるいは、指が軽く接触する場合にも色の変化量は小さい。これらの場合には、予め定めた閾値よりも色の変化量が小さくなり、実際には本物であるのに生体ではないという誤った識別をする可能性がある。また、押圧力が大きい時の指紋画像をどのようにして選択するかは、生体識別の信頼性に重要な影響を及ぼすと考えられる。

【0010】前述の先願発明例1の特許公報には、“画像検出手段により安定して検出される指紋像”と記述されている。安定したかどうかを判定する具体的な方法については記述がない。したがって、指を検査面に置く時の動作によっては、実際は生体の指であっても生体識別に必要な程に十分な色の変化量が得られない場合がある。このように、従来の装置には生体識別の信頼性が低いという課題がある。

【0011】第2に、従来の装置は、結合光学系を用いるため装置の小型化が困難で、携帯電話や携帯情報端末等の携帯機器へ搭載することが困難であるという課題がある。すなわち、歪の小さい画像を得るように光を導くために、レンズ、透明体、鏡、等からなる結像光学系には、厚さ方向に指の幅と同程度の大きさが必要である。また、横方向には、結像のために少なくとも10mm程度の距離をレンズとCCDとの間に確保する必要がある。したがって、従来の装置では、例えば厚さ1mm、幅20mmの空間に装置を内蔵することは不可能である。

【0012】本発明は、上記の事情のもとに考案されたものであり、信頼性が高い生体識別機能を内蔵した指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法を実現することを第1の目的とする。また、携帯機器へ搭載できる程度に十分に小型の指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法を実現することを第2の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置は、検査面に指を押し付けて複数の指紋画像を連続して入力する画

像入力手段と、複数の指紋画像の入力と同期して指の色を検出する色検出手段と、複数の指紋画像を入力する時に指から画像入力手段に加わる力を反映した物理量を検出する押圧力検出手段とを有し、物理量と指の色との間の相関関係を解析することにより、指が生体か否かを判定することを特徴とする。

【0014】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置であって、色検出手段が、複数の指紋画像において中央部の特定の領域における色の平均値を計算する回路を含むことを特徴とする。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置であって、押圧力検出手段は、指紋画像を処理する回路を含み、物理量は検査面に接触する指の面積に関連した量であることを特徴とする。

【0016】請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置であって、押圧力検出手段は、画像入力手段の背面または周辺部に配置された圧力センサであることを特徴とする。

【0017】請求項5記載の発明は、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置であって、画像入力手段は、透明基板上に形成された静電容量検出または圧力検出原理に基づく指紋画像センサであり、指紋画像センサの背面に光源とカラーセンサを配置することを特徴とする。

【0018】請求項6記載の発明は、請求項1記載の発明の指紋画像入力装置であって、画像入力手段は、指が接触する面を備えるプリズムと、プリズムへ光を入射して指を斜めから照明する光源と、指が接触する面からの光を画像センサに結像する光学系とを備えることを特徴とする。

【0019】請求項7記載の発明の指紋画像入力装置は、画像入力面に指を密着させて該指の指紋の画像データを取得するカラー画像センサと、指紋の画像データを記憶する画像一時記憶部と、指紋の画像データから該指紋の面積情報を抽出する面積情報抽出部と、指紋の色情報を抽出する色情報抽出部と、指紋の面積情報と色情報との相関関係を評価して、所定の各色について計算された面積との相関係数と予め定められた閾値に応じて、指が生体か否かの識別を行う生体識別部と、を有して構成されたことを特徴とする。

【0020】また、上記の面積情報抽出部は、指紋の画像データから該指紋の隆線と谷線とを抽出する演算、および、隆線と谷線が存在する領域の面積を求める演算により、指紋の面積情報の抽出を行い、色情報抽出部は、指紋の特定部位、例えば該指紋の中心部の領域を選択する演算、および、領域において赤色、緑色、青色(R、G、B)の各色の平均値を求める演算を行うとよい。

【0021】請求項10記載の発明の指紋画像による生体識別方法は、画像入力面に指を密着させて該指の指紋の画像データを取得する指紋カラー画像データ取得工程と、指紋の画像データを記憶する画像一時記憶工程と、

指紋の画像データから該指紋の面積情報を抽出する面積情報抽出工程と、指紋の色情報を抽出する色情報抽出工程と、指紋の面積情報と色情報との相関関係を評価して、所定の各色について計算された面積との相関係数と予め定められた閾値に応じて、指が生体か否かの識別を行う生体識別工程と、を有して構成されたことを特徴とする。

【0022】また、上記の面積情報抽出工程は、指紋の画像データから該指紋の隆線と谷線とを抽出する演算、および、隆線と谷線が存在する領域の面積を求める演算により、指紋の面積情報の抽出を行い、色情報抽出工程は、指紋の特定部位、例えば該指紋の中心部の領域を選択する演算、および、領域において赤色、緑色、青色(R、G、B)の各色の平均値を求める演算を行うとよい。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照して本発明による指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法の実施の形態を詳細に説明する。図1から図13に、本発明の指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法の一実施形態を示す。

【0024】(第1の実施の形態)第1の実施例における主要な構成要素を図1に示す。この指紋画像入力装置は、カラー画像センサ10、画像一時記憶部20、面積情報抽出部30、色情報抽出部40、画像記憶部50、生体識別部60、指紋照合部70とから構成される。

【0025】カラー画像センサ10は、その画像入力面に指を密着させる構成であり、結合光学系が不要なので装置の大幅な薄型化が可能となる。カラー画像センサ10の具体的な構成としては、次の特許公報に開示されているいくつかの構成を適用できる。

【0026】第1は、特許第2025659号に示されているように、平面状の光源と、透明基板上に複数の受光素子を一定の間隔で配列して形成される2次元センサ部とを積層した構成である。平面状の光源は、液晶ディスプレイのバックライトとして用いられていると同様の構成である。例えば、導光板の端部に発光ダイオード(LED)を配置した構成では、導光板において端部から入射した光を導き、拡散することにより、面状の光源として動作する。あるいは、エレクトロルミネセンス(EL)を示す材料を2つの電極で挟んだ構成の面状光源を用いてもよい。透明基板上に形成する2次元センサ部は、感光材料として例えばアモルファスシリコン(a-Si)を用いてフォトダイオードあるいは光導電型センサ等の受光素子を形成し、個々の受光素子に信号読み出しのための薄膜トランジスタ(TFT)を設けて構成される。

【0027】第2は、特許第3008859号に示されているように、複数の受光素子を一定の間隔で配列して形成される2次元センサ部において、その受光素子より

も面積が小さい発光素子を、個々の受光素子と指との間に配置した構成である。このような発光素子はEL材料を2つの電極で挟んで構成される。

【0028】第3は、特願2001-034571に示されているように、1枚の基板の上に複数の発光素子と受光素子とを2次元配列する構成であり、個々の発光素子の光量を制御することにより、光源としてのみならず、表示装置としても機能する。

【0029】以上に説明したカラー画像センサ10は、外部からの制御信号に応じて、指紋画像データの出力を開始し、ある一定の時間間隔で指紋画像データを連続して出力し、更にその出力を停止する機能を有する。

【0030】次に、画像一時記憶部20は、カラー画像センサ10から連続して転送される指紋の画像データを一時的に記憶するもので、高速の書き込み、読み出しが可能なDRAM、SRAM、等の半導体メモリ素子で構成する。画像一時記憶部20に記憶された指紋画像データは、面積情報抽出部30、色情報抽出部40、画像記憶部50へ送出される。

【0031】面積情報抽出部30は、指紋の面積情報を抽出する演算回路を含む。具体的には、例えば、指紋画像データから隆線と谷線とを抽出する演算、および、その隆線と谷線が存在する領域の面積を求める演算を行う回路である。あるいは、単純な閾値を設定した2値化処理（閾値以上の画素については画素値を“1”に設定し、閾値未満の画素は画素値を“0”に設定する処理）を施し、その結果の画素値を合計して面積情報とする演算回路でもよい。詳細は後述するが、面積情報を抽出するためには、カラー画像センサ10の特性に適した演算回路を選択するのが望ましい。更に、面積情報抽出部30は、連続した指紋画像データの指紋面積を出力 $S(t)$ として、画像記憶部50と生体識別部60へ送出する回路を含む。

【0032】色情報抽出部40は、指紋の色情報を抽出する演算回路を含む。具体的には、指紋の特定部位、例えば指紋の中心部の領域を選択する演算、および、その特定領域において赤色、緑色、青色(R、G、B)の各色の平均値を求める演算回路である。また、色情報抽出部40は、連続した指紋画像データの各色の平均値を出力 $C_i(t)$ ($i=R、G、B$)として生体識別部60へ送出する回路を含む。

【0033】画像記憶部50は、面積情報抽出部30の出力 $S(t)$ を評価する回路と、面積が最大になる時の指紋画像データを画像一時記憶部20から入力して保持する回路とを含む。また、面積が最大になると画像入力を停止する制御信号をカラー画像センサ10へ送る回路を備える。更に、生体識別部60からの制御信号に応じて、保持された指紋画像データを指紋照合部70へ送る回路を備える。

【0034】生体識別部60は、面積情報抽出部30か

ら送出される指紋面積 $S(t)$ と、色情報抽出部40から送出される連続した指紋画像の各色の平均値 $C_i(t)$ ($i=R、G、B$)とを入力し、色情報と面積情報との相関関係を評価する回路を含む。そして、各色について計算された面積との相関係数と予め定められた閾値に応じて、指が生体か否かの識別をする回路を備える。更に、生体と識別された場合には、画像記憶部50に保持された指紋画像データを指紋照合部70へ送って指紋照合の演算を開始させる制御信号を生成する回路を備える。

【0035】指紋照合部70は、画像記憶部50から送られた指紋画像を入力し、その指紋画像データを個人情報として登録する回路、および、予め登録されている指紋画像と照合する回路を含む。

【0036】次に、図1から図5および図13を参照しながら、第1の実施の形態における指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法の動作を説明する。図2から図5は、本実施の形態における指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法における生体識別機能の原理を示す説明図である。また、図13は、動作例を示すフローチャートである。

【0037】まず、カラー画像センサ10上に指を置く(ステップS1)。カラー画像センサ10への押圧力を検知後、画像データを取得する(ステップS2)。取得した画像データから面積情報“ $S(t)$ ”を取得する(ステップS3)。さらに、色情報“ $C_i(t)$ ”を抽出する(ステップS4)。上記ステップS2からS4の各ステップを、押圧力が最大となるまで繰り返し実行する(ステップS5/NO)。押圧力が最大と判定後に(ステップS5/YES)、生体識別を実行する(ステップS6)。以上の各処理の内容を、以下に詳述する。

【0038】図2に示すように、カラー画像センサ10に指を置いて離すまでの一連の動作について考える。指を接触させた直後に得られる指紋画像は、指紋領域の面積が小さい。押圧力が増すに連れて指紋領域の面積は増加し、ある時点で最大の面積になった後は、押圧力の減少と共に面積も減少する。

【0039】図3は、この一連の過程で得られる指紋領域の面積の変化を模式的に示している。これは、面積情報抽出部30の出力 $S(t)$ である。一方、指紋画像の中央部の色を抽出してその変化を評価すると、図4に模式的に示す結果が得られる。これは、色情報抽出部40の出力 $C_i(t)$ ($i=R、G、B$)である。更に、生体識別部60において、 $S(t)$ および $C_i(t)$ の相関を評価すると、図5に模式的に示す結果が得られる。両者にある一定レベル以上の相関関係が認められる場合には、生体識別部60は指が生体であると識別し、指紋照合部70において指紋情報が登録される、あるいは、既に登録済みの情報と照合される。

【0040】以下では、特に、指紋画像入力から生体識

別の動作について、実際の数値例や基準の設定方法等を示しながら詳細に説明する。カラー画像センサ10は、白色光源、全ての画素にR、G、Bの各色のカラーフィルタを備えた2次元イメージセンサ、および、多数の光ファイバを融着して厚さ1mmに切断、研磨して形成される光ファイバ収集部材を入力面（指が接触する面）として用いて構成した。この2次元イメージセンサは、R、G、Bの各色の画像を、画素数1024×768の256階調で出力するものである。また、光ファイバ収集部材は、直径25μm、開口数0.57の光ファイバを多数束ね、隙間に光吸収材料を注入して融着したものをを用いた。

【0041】（応用例）以下では、図1の構成に若干の修正を加え、指がセンサ面に接触してから離れるまでの一連の指紋画像を評価できるようにした。すなわち、抽出された指紋画像の面積が最大になった時点ではなく面積が再び“0”になった時点、すなわち指がセンサ面から離れた時点で、カラー画像センサ10へ入力を停止する制御信号を送るものとした。

【0042】このようにして、指が接触してから離れるまでの一連の指紋画像を検出し、得られた指紋画像から、面積信号 $S(t)$ と、色信号の平均値 $C_i(t)$ とを抽出した。ここで、面積信号 $S(t)$ については、R、G、Bの各色の指紋画像の画素値を平均して得られる1つのグレースケールの指紋画像を2値化し、画素値が1つの画素数を求めて面積とした。2値化の閾値は、“140”に設定した。一方、色信号の平均値 $C_i(t)$ については、指紋画像の中央部（指紋の渦が見られる画素数128×128の領域）において、各色の画素値をそれぞれ平均して色信号とした。

【0043】このようにして得られた面積信号 $S(t)$ と、色信号の平均値 $C_i(t)$ とを図6に示す。図6において、横軸は指紋画像の番号で、指がセンサ面に接触した直後から離れるまでに得られた一連の画像に順番に番号をつけたものである。面積信号 $S(t)$ は、線で繋がれた菱形のマーカで示され、縦軸は左側である。すなわち、この一連の15枚の指紋画像において、面積信号は1.1×10+5から20×10+5程度まで増加した後に減少していることが確認される。また、色信号の平均値 $C_i(t)$ は、線で繋がれていない3種のマーカで示しており、対応する縦軸は右側である。R、G、Bの順に色信号の平均値が大きいことが確認される。更に、色信号の平均値 $C_i(t)$ は、面積信号 $S(t)$ と共に変動する様子がわかる。4番目、13番目の画像において色信号が不連続になっている点を除き、両者の間には正の相関があることが分かる。

【0044】図7は、面積信号 $S(t)$ と色信号の平均値 $C_i(t)$ とを両軸として図6を再プロットした結果である。図7より、3色全てで面積との高い相関関係が確認できる。図中の数字は、これら15枚の画像におい

て、各色信号の平均値と面積信号との相関係数を計算した結果である。G、B、Rの順に相関係数が大きいことが分かる。また、面積が小さい時の色信号はばらつきが大きく、面積が大きい場合ほど強い相関関係が認められる。これは、ある一定値以上の面積信号においては、3色全てにおいて面積との間に極めて強い相関関係があることを示している。

【0045】以上の結果を基に、生体か否かを識別するための基準を設定することができる。例えば、“Gの色信号と面積との相関係数が0.9以上ならば生体と判断する”という基準を設定すればよい。あるいは、“面積との相関係数が、3色においてG、B、Rの順に大きい”という基準を設定してもよい。更には、“面積との相関係数が、3色においてG、B、Rの順に大きく、なおかつGの色信号の相関係数が0.9以上である”という基準でもよい。このように様々な基準の設定が可能である。当然ながら、基準を厳しくすれば誤認の可能性も出てくるが、セキュリティのレベルは向上する。上記の基準の設定例の中では、3番目が最も厳しいのは明らかである。

【0046】誤認をどこまで許容するか、偽の指に対するセキュリティのレベルをどこまで要求するかは、指紋センサの使い方に対応して決定される。例えば、家庭のパソコンでインターネットのホームページを閲覧する場合には、セキュリティの要求レベルは高くないが、誤認に対する許容度は低いと考えられる。一方、例えば、役所のような公の場に置かれた無人の端末で証明書を発行するという用途においては、事情は全く逆になる。すなわち、役所ではより厳しい生体識別の基準が要求される。このように、具体的な基準は、指紋センサの使用場面に応じて賢く選択することが必要である。この事情は、指紋照合の判定基準の選定方法とも類似している。

【0047】ここで、図6、図7に示す特性は、カラー画像センサ10の特性に大きく依存することに注意する必要がある。すなわち、実際に用いるカラー画像センサの特性に応じて、図6の曲線は大きく異なるため、図7の相関関係を元に生体か否かを識別するための基準を設定する必要がある。この点については、第2の実施の形態において具体的な例を挙げながら説明することにする。

【0048】以上に説明したように、本発明では指をセンサ面に接触させてから連続して入力した複数の画像から面積情報と色情報とを抽出し、両者の相関関係を元にして生体か否かを識別する。したがって、押圧力の弱い時と強い時に得られる2つの指紋画像の色を元に識別する従来の指紋画像入力装置に比較して、生体識別の信頼性が高いという効果がある。さらに、従来の技術では、押圧力が大きい時の指紋画像をどのようにして選択するかが明確でなく、入力画像の不安定性に起因する信頼性の劣化が懸念されたが、本発明では面積情報に着目する

ことによりこの問題を解消している。また、本発明の指紋入力部の厚さは、平面状光源とカラー画像センサの厚さの和で決まり、約1~2mm程度の厚さになる。これは、従来の装置が指と同じ程度の厚さであるのに比べて大幅な薄型化が達成されている。これは本構成を携帯機器等に内蔵する場合に大きな利点になる。

【0049】(第1の変形実施例)以上に説明した本発明の第1の実施例においては、一連の指紋画像から面積情報と色情報とを抽出して相関を評価する手段として図1に示した構成を挙げて説明したが、これらの機能を果たす回路はこの例に限られるものではない。例えば、大容量の記憶回路を設けて一連の指紋画像を保持し、面積情報、色情報をそれぞれ抽出する過程、および指紋照合の過程において、その都度この記憶回路から情報を取り出すという回路構成でも、同様の機能を実現できる。あるいは、図1におけるカラー画像センサ10を除く構成要素の機能について、その全て、あるいは一部を、パソコンの中央演算装置(CPU)とメモリを用いて実現することができる。したがって、このような構成も本発明の変形実施例と見なす。

【0050】また、本発明の第1の実施例においては、指がセンサ面に接触してから面積が最大になるまで、あるいは指が接触してから離れるまでの一連の指紋画像を取得する構成の例を説明した。しかし、一連の指紋画像の取得方法はこれら2通りに限られるものではない。すなわち、指の押圧力が増す局面と、押圧力が減少する局面とのどちらか一方のみを含む構成においても、以上に説明したのと同様の面積と色との相関に基づく生体識別を実現することができる。あるいは、指をセンサ面に押し当てる行為を複数回繰り返し、その過程で得られる一連の指紋画像から同様の情報を抽出して相関関係を評価してもよい。この場合、指をセンサ面に置く時の力の入れ加減を調整する、指の中央部をセンサ面に確実に合わせることができる、という利点により、鮮明な指紋画像を安定して入力できるという効果が生じる。したがって、これらの構成も本発明の変形実施例と見なす。

【0051】さらに、以上の説明では指紋画像から指の面積情報を抽出したが、その代わりに指の圧力を直接に検出してもよい。図8にそのような構成例を示す。この指紋画像入力装置は、カラー画像センサ10、画像一時記憶部20b、色情報抽出部40、画像記憶部50b、生体識別部60b、指紋照合部70、圧力センサ80とから構成される。

【0052】図8において、図1と同じ機能を果たす構成要素については同じ番号を付している。図8において特徴的なのは、カラー画像センサ10の背面に圧力センサ80を設けている点である。圧力センサ80の背面は、不図示の部品(例えば、装置の筐体の一部)に固定され、カラー画像センサ10に加わる圧力に比例した信号P(t)を出力する。信号P(t)は、図1の面積信

号S(t)に相当しており、図8の生体識別部60b、および画像記憶部50bに供給される。生体識別部60bにおいては、信号P(t)と色情報の平均値Ci

(t)との相関が評価される。その他の動作は、図1と同様であり、図1と同じように信頼性の高い生体識別が可能である。ただし、この構成の入力部は、圧力センサ80の厚さ分だけカラー画像センサよりも厚くなるので最小でも1~2mmになり、図1の構成に比べてやや大型化する。また、圧力センサを追加するため、部品点数の増加という点でも、図1の構成に比べて不利である。

【0053】(第2の変形実施例)更に別の変形実施例として、色情報の抽出のために専用のカラーセンサを設けてもよい。図9は、そのような構成の例である。この指紋画像入力装置は、指紋画像センサ10c、光源11c、カラーセンサ12c、画像一時記憶部20c、面積情報抽出部30、画像記憶部50、生体識別部60、指紋照合部70とから構成される。

【0054】図9において、図1と同じ機能を果たす構成要素については同じ番号を付している。特徴的なのは、指紋画像センサ10cの背面に光源11cとカラーセンサ12cとを設けている点である。ここで用いる指紋画像センサ10cは、透明基板上に形成されて、透明基板の背面から入射する光の一部を透過する必要があるが、必ずしもカラー画像センサである必要はない。例えば、モノクロの光学式画像センサ、あるいは、例えば特許第2959532号に開示されているような静電容量検出方式の指紋画像センサを透明基板上に形成したものを用いてもよい。

【0055】静電容量検出方式の詳細は前述の特許公報等に詳述されているが、その原理を簡単に説明すれば、画素に設けた電極と指との間の静電容量を検出することにより、指の表面の凹凸情報である指紋を画像として入力するものである。更には、圧力分布を検出する方式の指紋画像センサを透明基板上に形成してものを、指紋画像センサ10cとして用いてもよい。これは、2次元配列した画素電極とスイッチ素子の表面に圧力により抵抗値が変化する層を積層し、各々の画素電極に流れ込む電流を検出することにより、指の密着によって生じる局所的な圧力分布、すなわち、指の表面の凹凸情報、すなわち指紋画像を入力するという原理に基づいている。

【0056】抵抗値が変化する層や画素電極等を透明基板上に形成することにより、図9の構成の指紋画像センサ10cとして用いることができる。光源11cとしては白色を発する発光ダイオード、カラーセンサ12cとしてはR、G、Bの3色に分光感度特性のピークを持つフォトダイオード等が適用できる。これらの素子は、光源11cから発せられた光が指紋画像センサ10cを透過して指の中央部を照明し、指からの拡散光がカラーセンサ12cにより検出されるように配置する。

【0057】カラーセンサ12cの出力Ci(t)は、

生体識別部 6 0 に供給され、図 1 の場合と同様にして得られる面積信号 $S(t)$ との相関が評価される。以下の動作は、図 1 の例と同様であり、信頼性の高い生体識別を実現できる。ただし、図 9 の構成では、光源 1 1 c とカラーセンサ 1 2 c の厚さは図 1 の構成に比べて最小でも 1 mm 程度は厚くなるので、小型化の面で若干不利である。また、部品点数が増加するという点は、図 1 の構成に比べて不利である。

【0058】ところで、図 1 の構成においては、指紋画像の入力部はカラー画像センサ 1 0 のみであるため、外観上は生体識別機能を持たない指紋画像入力センサと見分けることができない。したがって、装置の部品点数を増すことなくセキュリティのレベルを向上でき、また、装置を分解されても生体識別の原理を知ることが困難であるという利点がある。図 8、図 9 に示した構成では、それぞれ圧力センサ、カラーセンサが必要となるので、残念ながらこのような効果は期待できない。しかし、指紋の色情報と圧力または面積との相関を元に生体識別を行うという本発明の趣旨に沿っているので、図 8、図 9 の構成も本発明の変形実施例と見なす。

【0059】また、以上の説明において、指紋の色情報を得るために白色光源とカラーセンサを用いる例を挙げたが、異なる波長を発する光源と単一の分光感度特性を持つ画像センサあるいは受光素子を用いて、光源の波長を時分割で切り替えることにより指紋の色情報を検出する構成を用いてもまったく同様の効果が得られる。したがって、そのような構成も本発明の変形実施例に含まれる。このように、本発明の趣旨を損なうことなく、様々な構成要素の選択、置換が可能である。

【0060】（第 2 の実施の形態）第 1 の実施の形態においては、薄型のカラー画像センサから得られる指紋情報から色情報と面積情報を抽出して生体識別する構成について説明した。生体識別の信頼性の向上と大幅な小型化という本発明の 2 つの目的を両方とも達成するものである。小型化という要求を若干緩めて、例えばマウスやキーボードに搭載できる程度の小型化を目指すことにすれば、多様な指紋画像センサを用いることができる。そこで第 2 の実施の形態として、従来のプリズムを用いた光学式の指紋画像センサを用いる例を挙げて説明する。

【0061】図 1 0 は、第 2 の実施例の構成を示す説明図である。この指紋画像入力装置は、カラー画像センサ 1 0 d、結像光学系 1 1 d、プリズム 1 2 d、光源 1 3 d、画像一時記憶部 2 0、面積情報抽出部 3 0、色情報抽出部 4 0、画像記憶部 5 0、生体識別部 6 0、指紋照合部 7 0 とから構成される。

【0062】図 1 0 において、図 1 と同じ機能を果たす構成要素については同じ番号を付している。本図 1 0 において特徴的なのは、カラーの指紋画像を得る手段として、カラー画像センサ 1 0 d、結像光学系 1 1 d、プリズム 1 2 d、光源 1 3 d を用いている点である。具体的

な構成要素の例を挙げると、カラー画像センサ 1 0 d としてはカラー CCD、結像光学系 1 1 d としてはレンズ、光源 1 3 d としては白色を発する発光ダイオードを、それぞれ用いることができる。

【0063】この構成では、従来から良く知られているように、光の全反射を利用することにより、コントラストが強調された指紋画像が得られる。このコントラスト強調の原理を簡単に説明すると以下の通りである。すなわち、図 1 0 に示すように、光源 1 3 d から発せられた光は、プリズム 1 2 d に置かれた指を照明する。指の谷線の領域では、谷線はプリズム 1 2 d に接触しないので、光はプリズム 1 2 d の上面で全反射され、殆ど全ての光が結像光学系 1 1 d を経てカラー画像センサ 1 0 d に至る。一方、指の隆線では光が指に入射して拡散されるので、カラー画像センサ 1 0 d に至る光の強度は小さくなる。したがって、この光学系では谷線と隆線のコントラストが強調され、後の指紋照合処理の種類によっては、処理の負荷が軽減されることがある。

【0064】ここで、図 1 の構成の場合と同様にして、一連の指紋画像から面積情報と色情報を抽出して両者の相関を評価した結果を図 1 1、図 1 2 に示す。面積情報の抽出方法に関しては、閾値を“128”に設定して指紋画像を 2 値化し、画素値 1 の画素数を求めて面積信号 $S(t)$ とした。色情報の抽出は図 1 の構成の場合とまったく同様である。

【0065】図 1 1 において、横軸は指紋画像の番号で、指をセンサ面に何回か押し当て得られた一連の画像に順番に番号をつけたものである。面積信号 $S(t)$ は、線で繋がれた菱形のマーカで示され、縦軸は左側である。すなわち、この一連の 26 枚の指紋画像において、指はセンサ面に 6 回押し当てられたことが確認される。また、色情報の平均値 $C_i(t)$ は、線で繋がれていない 3 種のマーカで示しており、対応する縦軸は右側である。図 1 2 は、面積信号 $S(t)$ と色情報の平均値 $C_i(t)$ とを両軸として図 1 1 を再プロットしたものである。図中の数字は、これら 26 枚の画像において、各色信号の平均値と面積信号との相関係数を計算した結果である。ブルー (B) の相関が最も高いこと、R は面積と全く相関がないこと、G はその中間であること、が確認される。また、面積が小さい時の色情報はばらつきが大きいことも認められる。B や G の相関係数は図 1 の構成に比べて小さいが、低い閾値を設定すれば、求められた相関係数から生体か否かを識別することは可能である。ただし、R の相関係数は生体識別に用いることはできない。

【0066】ところで、図 1 1、図 1 2 において、図 7 に示した相関関係と著しく異なる結果が得られた原因は、指紋画像を入力する時の光学系の差である。すなわち、全反射を利用してコントラストを強調する図 1 0 の光学系では、カラー画像センサに到達する光は谷線の領

域で全反射された光が殆どであり、隆線の領域で拡散された光は相対的に少ない。指の色に関する情報は隆線領域からの拡散光に反映されているので、相関係数が小さくなるか、あるいはRの場合のように殆ど相関を示さないことになる。一方、図1の光学系の場合には、隆線と谷線の両方の領域からの拡散光を検出しているので、押圧力による色の変化を敏感に検出できると考えられる。これらの例に見るように、指紋画像入力のための光学系の種類に適合した生体識別の基準を選択することが重要である。

【0067】上記の実施形態によれば、指が検査面に接触した直後の指紋画像と、押圧力が大きい時の指紋画像とから得られる指の色の変化量に基づいて、その指が生体であるか否かを識別する従来の装置に比較して、次に説明する効果がある。

【0068】第1に、従来の装置の場合は、指の色の変化量が小さい場合には生体識別の信頼性が低い。また、押圧力が大きい時の指紋画像の選択方法が明確でない。このため、指を検査面に置く時の動作によっては、生体の指であっても生体識別に必要な程に十分な色の変化量が得られない場合がある。これに対する本発明の構成では、指を検査面に接触させてから連続して入力した複数の画像から面積情報と色情報とを抽出し、両者の相関関係を元にして生体か否かを識別する。よって、例えば色の変化量の絶対値が小さくても、指紋の面積のような指の押圧力を反映した情報との間に十分な相関が認められれば、生体と識別することができる。さらに、従来の技術では、押圧力が大きい時の指紋画像をどのようにして選択するかが明確でなく、入力画像の不安定性に起因する信頼性の劣化が懸念されたが、本発明では面積情報に着目することによりこの問題を解消している。したがって、本発明の構成では、従来の装置に比較して、生体識別の信頼性が高いという効果がある。

【0069】第2に、本発明の指紋入力部の厚さは、平面状光源とカラー画像センサの厚さの和で決まり、約1～2mm程度の厚さになる。これは、従来の装置が指と同じ程度の厚さであるのに比べて大幅な薄型化が達成されている。この小型化の効果は、本構成の指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法を携帯電話や携帯情報端末等の携帯機器等に内蔵する場合に大きな利点になる。

【0070】第3に、第1の実施例の図1に示す構成においては、画像一時記憶部から画像記憶部へ必要な画像情報のみを転送するので、連続した指紋画像の全てを記憶する必要がない。したがって、複数の連続した指紋画像を解析するのに必要な回路の規模の増加を抑えることができ、製造コストの増加を抑えられるという効果がある。

【0071】なお、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例である。ただし、これに限定されるものではない

く、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。

【0072】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法は、検査面に指を押し付けて複数の指紋画像を連続して取得し、この指紋画像の入力と同期して指の色を検出すると共に、複数の指紋画像を入力する時に指に加わる力を反映した物理量を検出する。この物理量と指の色との間の相関関係を解析することにより、指が生体か否かを判定する。よって、たとえ色の変化量の絶対値が小さくても、指紋の面積のような指の押圧力を反映した情報との間に十分な相関が認められれば生体と識別することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の指紋画像入力装置および指紋画像による生体識別方法の実施形態の第1の実施例における主な構成要素を示す説明図である。

【図2】本発明の第1の実施例における生体識別機能の原理を示す説明図である。

【図3】本発明の第1の実施例における生体識別機能の原理を示す説明図である。

【図4】本発明の第1の実施例における生体識別機能の原理を示す説明図である。

【図5】本発明の第1の実施例における生体識別機能の原理を示す説明図である。

【図6】本発明の第1の実施例の応用例における指紋画像の面積と色の変化を示す説明図である。

【図7】本発明の第1の実施例の応用例における指紋画像の面積と色の相関関係を示す説明図である。

【図8】本発明の第1の実施例の変形実施の形態を示す説明図である。

【図9】本発明の第1の実施例の変形実施の形態を示す説明図である。

【図10】本発明の第2の実施例における主な構成要素を示す説明図である。

【図11】本発明の第2の実施例における指紋画像の面積と色の変化を示す説明図である。

【図12】本発明の第2の実施例における指紋画像の面積と色の相関関係を示す説明図である。

【図13】動作例を示すフローチャートである。

【図14】従来の指紋画像入力装置の主な構成要素を示す説明図である。

【符号の説明】

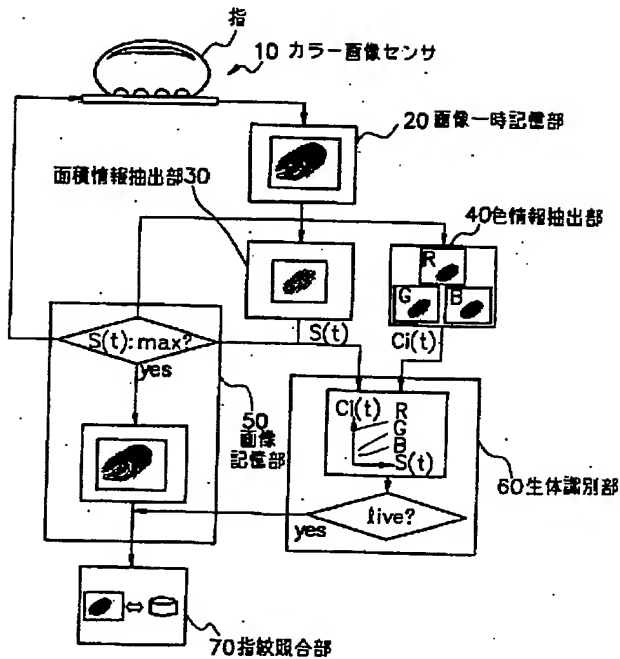
- 10、10d カラー画像センサ
- 20、20b、20c 画像一時記憶部
- 30 面積情報抽出部
- 40 色情報抽出部
- 50、50b 画像記憶部
- 60、60b 生体識別部

70 指紋照合部
 80 圧力センサ
 10c 指紋画像センサ
 11c、13d、101 光源
 11d 結像光学系
 12c カラーセンサ
 12d プリズム
 102 透明体
 102a 鏡
 103 レンズ

* 103a 絞り
 104 カラーCCD
 105 指紋画像入力処理部
 105a 画像取り込み回路
 105b 指紋照合回路
 106 生体識別部
 106a 色ずれ補正回路
 106b 色識別回路
 107 R・G・B分離回路

* 10

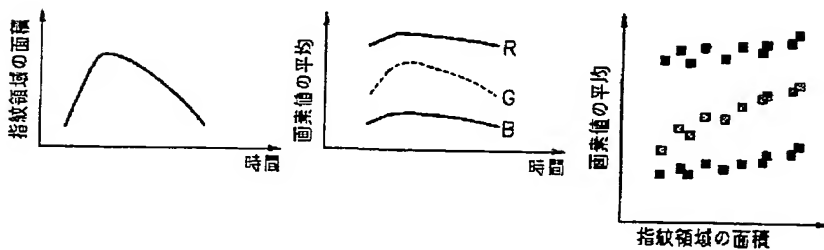
【図1】



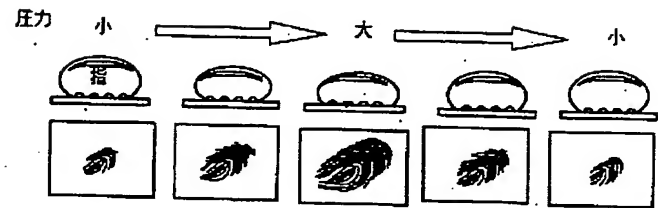
【図3】

【図4】

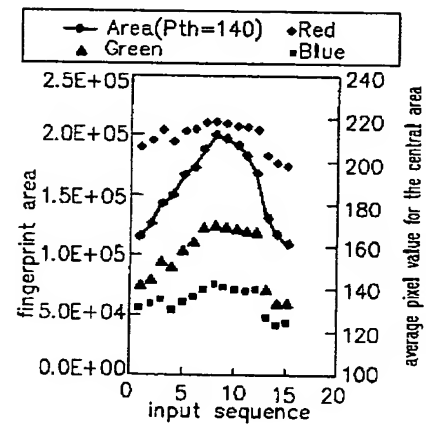
【図5】



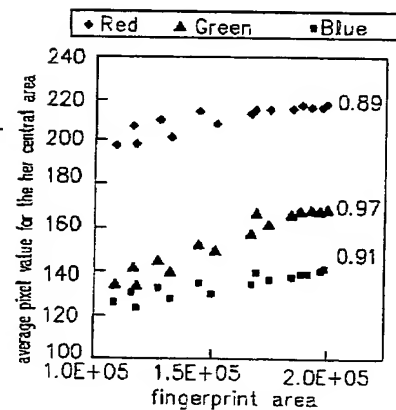
【図2】



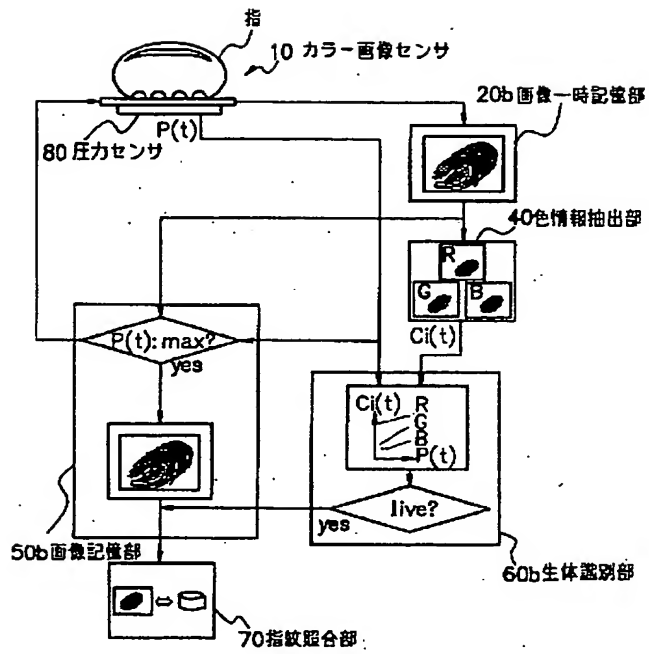
【図6】



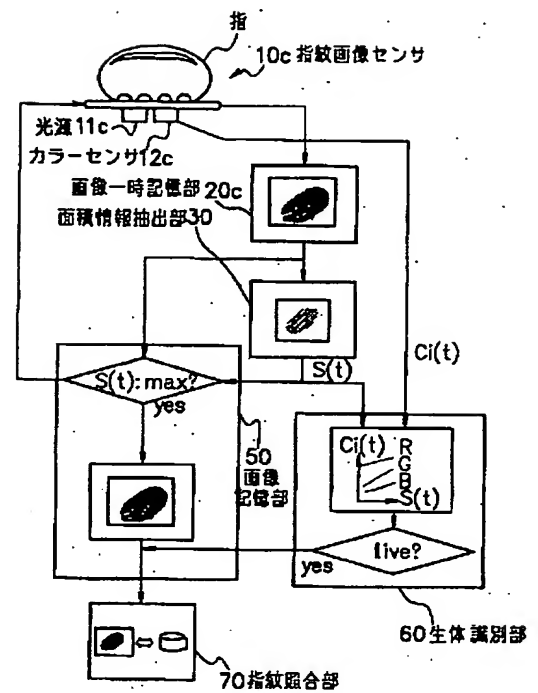
【図7】



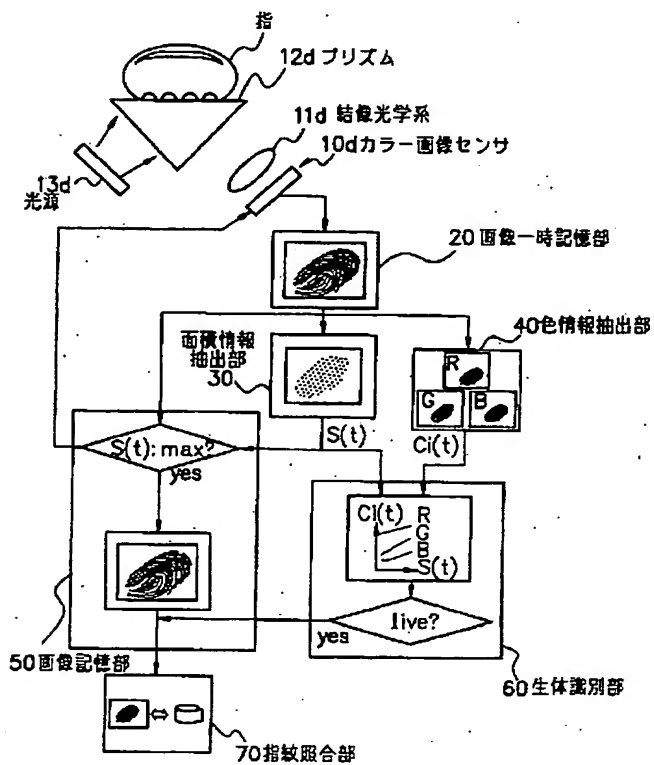
【図 8】



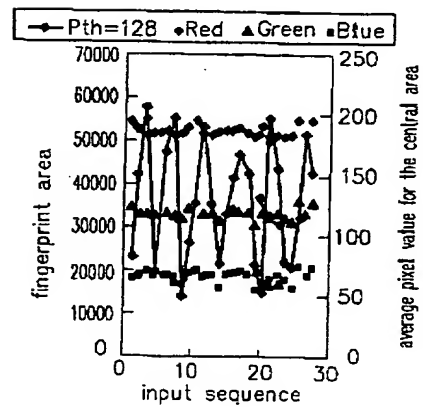
【図 9】



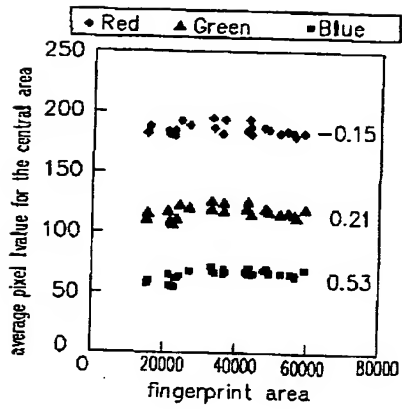
【図 10】



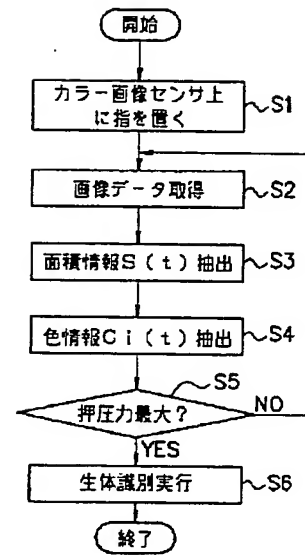
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

